

**PENGUNAAN CNC UNTUK PROSES PEMBUATAN *PATTERN*
INDUSTRI PENGECORAN LOGAM SKALA USAHA MENENGAH
(STUDI KASUS: CV. OKABAWES KARYA LOGAM)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik**

Oleh:

**CALVIN ATHALLARIC
D 600 170 026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGUNAAN CNC UNTUK PROSES PEMBUATAN *PATTERN*
INDUSTRI PENGECORAN LOGAM SKALA USAHA MENENGAH
(STUDI KASUS: CV. OKABAWES KARYA LOGAM)**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

CALVIN ATHALLARIC
D 600 170 026

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



(Ir. Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T)
NIK. 889

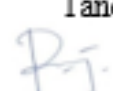

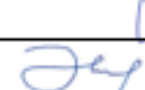
HALAMAN PENGESAHAN

PENGUNAAN CNC UNTUK PROSES PEMBUATAN *PATTERN* INDUSTRI PENGECORAN LOGAM SKALA USAHA MENENGAH (STUDI KASUS: CV. OKABAWES KARYA LOGAM)

OLEH
CALVIN ATHALLARIC
D600170026

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Hari Jum'at, 6 Agustus 2021
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan penguji:

Nama	Tanda Tangan
1. Ir. Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T. (Ketua dewan penguji)	
2. Ir. Much Djunaidi, S.T., M.T. (Anggota I Dewan Penguji)	
3. Ir. Hafidh Munawir, S.T., M.T. (Anggota II Dewan Penguji)	

Dekan,


Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIDN. 0603027401

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 1 Agustus 2021

Penulis



Calvin Athallaric

**PENGUNAAN CNC UNTUK PROSES PEMBUATAN *PATTERN*
INDUSTRI PENGEORAN LOGAM SKALA USAHA MENENGAH
(STUDI KASUS: CV. OKABAWES KARYA LOGAM)**

Abstrak

CV. Okabawes Karya Logam merupakan perusahaan pengecoran logam di Ceper, Klaten, Jawa Tengah, Indonesia yang masih menggunakan pemanfaatan tenaga cetak konvensional. Penelitian ini berfokus pada perancangan pattern clamp saddle menggunakan mesin cnc router dengan material besi cor tuang. Metode reverse engineering menjadi metode yang digunakan dalam pembuatan pattern clamp saddle. Penerapan metode reverse engineering ini didapatkan perubahan pada part lubang drat yang lebih ramping dan identitas yang jelas serta papan yang bisa bongkar pasang. Dalam pengujian von misses didapat nilai yield strength material adalah 551485000 N/m² serta memiliki safety factor sebesar 0.0051 kemudian pada costing solidwork didapatkan total biaya 229.42 USD/ Pattern. Pada analisis operation process chart didapatkan waktu total yaitu 75.38 jam serta terdapat 2 proses perakitan berdasarkan assembly process chart. Hasil penelitian ini dilanjutkan dengan penilaian berdasarkan kuesioner yang diisi kepala bagian produksi dan dipatkan nilai 4,28 yang termasuk kriteria sangat baik. Hal ini menunjukkan pattern clamp saddle yang telah terbuat dapat digunakan pada proses produksi perusahaan.

Kata kunci: Reverse Engineering, Pattern, CNC Router, CAD/ CAM, solidworks

Abstract

CV. Okabawes Karya Logam is a metal foundry company in Ceper, Klaten, Central Java, Indonesia that still uses conventional printing presses. This study focuses on designing a clamp saddle pattern using a cnc router machine with cast iron material. The reverse engineering method is the method used in making the clamp saddle pattern. The application of this reverse engineering method resulted in changes to the thread hole parts which are slimmer and have a clear identity and the boards can be disassembled. In the von misses test, the yield strength value of the material is 551485000 N/m² and has a safety factor of 0.0051 then the costing solidwork obtained a total cost of 229.42 USD/pattern. In the operation process chart analysis, the total time is 75.38 hours and there are 2 assembly processes based on the assembly process chart. The results of this study were continued with an assessment based on a questionnaire filled out by the head of the production division and a score of 4.28 was obtained which included very good criteria. This shows that the clamp saddle pattern that has been made can be used in the company's production process.

Keywords: Reverse Engineering, Pattern, CNC Router, CAD/ CAM, solidworks

1. PENDAHULUAN

Pada era sekarang pabrik produksi sehari-hari mengalami masalah kapasitas hingga memutuskan untuk menambah waktu lembur, membeli peralatan baru, hingga menambah shift (More dkk, 2016). Oleh karena itu perlu dilakukan observasi yang tepat untuk mengurangi hal-hal tersebut yang berhubungan juga dengan kecacatan produk hingga sumber daya manusia yang kurang memiliki kapabilitas diatas rata-rata (Gabahne dkk, 2014). Berkembangnya usaha mikro, kecil, menengah khususnya pada industri pengecoran logam yang berada di daerah Cepur, Klaten, Jawa Tengah menjadi salah satu contoh bahwa pengecoran logam merupakan sektor industri manufaktur yang juga turut mengangkat perekonomian Indonesia. Terdapat beberapa kendala pada industri pengecoran logam yaitu terbatasnya sumber daya manusia, desain produk yang variatif, kecepatan waktu produksi, hingga kualitas produk yang kurang sesuai keinginan pelanggan karena sebagian proses dikerjakan secara konvensional.

CV. Okabawes Karya Logam merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pengecoran logam dengan menghasilkan produk berupa sambungan pipa air, lampu jalan, hingga aksesoris yang lain berhubungan dengan logam masih mengalami kendala seperti kecepatan dan kuantitas pada produksi. Pembuatan cetakan produk merupakan salah satu proses dalam pengecoran logam dimana terjadi pembuatan bentuk produk tertentu dengan tanah yang dikumpulkan kedalam *flask* cetakan dan ditekan ke tengah antara *pattern* untuk mendapatkan bentuk yang sesuai permintaan. *Pattern* tersebut masih dibuat dengan menggunakan tenaga konvensional yang berarti menggunakan tenaga manusia dengan proses manual melalui proses gambar manual, cor, hingga amplas yang bisa memakan waktu lama dalam pembuatan. Proses tersebut menjadi salah satu permasalahan lain dalam produktivitas perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan produk *pattern* menggunakan mesin cnc router, analisa tahapan proses pembuatan *pattern* menggunakan cnc router, serta perbandingan proses pembuatan dan *cost analysis* *pattern* besi cor tuang menggunakan cnc router dan konvensional dengan hasil *pattern* clamp saddle model baru.

2. METODE

Metode yang digunakan terhadap *clamp saddle* sebagai produk yang akan dilakukan penelitian yaitu metode *reverse engineering* dimana dalam metode tersebut terdapat lima tahapan yang meliputi *disassembly product*, *assembly product*, *benchmarking*, perencanaan desain produk baru, dan pembuatan produk. Penelitian ini dilakukan dalam 7 tahap dengan diawali identifikasi masalah yang dilakukan dengan cara wawancara dan observasi terhadap perusahaan bersangkutan. Pada tahap identifikasi masalah didapatkan hasil rumusan masalah, batasan masalah, serta tujuan penelitian. Tahap kedua yaitu studi literatur untuk mendapatkan teori-teori pendukung pada penelitian mengenai produk, material produk, pengembangan produk, CAD/CAM/CAE, CNC, serta *reverse engineering*. Tahap ketiga yaitu persiapan yang merupakan tahap dilakukannya persiapan untuk memberikan ketersediaan dalam eksekusi perancangan pengembangan produk dan pembuatan produk dengan mempersiapkan mesin CNC Router, kebutuhan material, serta *software* Solidwork 2017 dan Mach 3. Tahap keempat yaitu perancangan dan pengembangan produk yaitu dilakukannya tahapan-tahapan *disassembly product*, *assembly product*, *benchmarking*, serta perencanaan desain produk baru sebagai alur tahapan pada metode *reverse engineering*. Tahap kelima yaitu pembuatan produk dari data yang terkumpul saat dilakukannya metode *reverse engineering*. Tahap keenam yaitu analisis produk dengan pertimbangan material, *costing* solidwork, pembuatan *operation process chart*, pembuatan *assembly process chart*, serta penilaian terhadap *pattern* clamp saddle menggunakan kuesioner. Tahap terakhir yaitu kesimpulan yang memberikan hasil penelitian yang telah dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahap Identifikasi Masalah

Peneliti menggunakan bahan besi cor tuang dengan beberapa ukuran material *custom* antara lain ukuran papan dengan panjang 450mm lebar 320mm serta tinggi 20mm, dan 2 buah balok untuk clamp saddle dengan panjang 225mm lebar 170mm serta tinggi 65mm.

3.2 Tahap Studi Literatur

Tahap ini menghasilkan beberapa literatur yang didapat melalui jurnal, buku, serta artikel yang berhubungan dengan penelitian ini. Teori tersebut mencakup

pengertian produk, material produk, pengembangan produk, CAD/CAM/CAE, CNC, serta *reverse engineering*.

3.3 Tahap Persiapan

Diperlukan beberapa perangkat keras dan lunak serta alat pendukung yang diantaranya adalah:

3.3.1 Komputer Desain dan Program G-Code

Spesifikasi komputer yang digunakan yaitu *processor* AMD Ryzen 7 3700X 8 Core 16 Threads, RAM 16GB, serta VGA GTX 1650 OC 4GB. Komputer tersebut juga sudah terinstal windows 10 dan memiliki *software* Solidwork, serta Mastercam.

3.3.2 Komputer Mesin CNC

Spesifikasi komputer yang digunakan yaitu *processor* AMD Ryzen 3 3400G 4 Core 8 Threads, RAM 16GB, serta VGA Radeon RX Vega 11. Komputer tersebut juga sudah terinstal windows 10 dan memiliki *software* Mach3.

3.3.3 Mesin CNC 3 Axis

Mesin ini memiliki 3 hingga 5 HP, RPM maksimal 5000, serta dengan ukuran *body* yang besar. Mesin tersebut mempunyai nilai berkisar 60 hingga 100 juta.

3.3.4 Jangka Sorong

Alat ukur tersebut digunakan untuk mengukur setiap sisi pada produk *pattern* clamp saddle yang akan diteliti.

3.3.5 Mesin Drill

Mesin yang digunakan untuk melubangi benda kerja.

3.4 Tahap Perancangan dan Pengembangan Produk

Dalam tahap perancangan dan pengembangan produk yang digunakan yaitu metode *reverse engineering*, antara lain:

3.4.1 *Disassembly Product*

Pada *pattern* clamp saddle peneliti mencari tahu fungsi dari setiap bagian yang didefinisikan sebagai *part* serta ukuran pada masing-masing *part*.

Tabel 1. Fungsi dan Ukuran *Part Pattern* Clamp Saddle

No.	Komponen	Fungsi
1.	Part Lubang Drat	Part yang memiliki lubang drat sesuai ukuran yang diinginkan konsumen. Terdapat lubang ditengah sebagai lubang terbesar dan 2

No.	Komponen	Fungsi
		lubang di bagian kanan dan kiri sebagai perakitan dengan part identitas.
2.	Part Identitas	Part yang memiliki identitas produk pada bagian tengah. Dengan bertuliskan nama perusahaan dan jenis produknya. Serta terdapat 2 lubang pada bagian kanan dan kiri sebagai perakitan dengan part lubang drat.
3.	Papan	Part yang memiliki ruang menjadikan satu rangkaian <i>pattern</i> . Terdapat 2 ruang untuk satu rangkaian, antara lain ruang untuk part lubang drat serta part identitas.

3.4.2 *Assembly Product*

Dikarenakan *pattern* clamp saddle model lama memiliki desain yang terdiri 1 part saja maka pada tahap *assembly* peneliti memberikan gagasan mengenai *pattern* clamp saddle model baru.

3.4.3 *Benchmarking*

Tabel 2. Hasil *Benchmarking Pattern Clamp Saddle*

No.	Kriteria	<i>Pattern</i> Clamp Saddle Material Alumunium	<i>Pattern</i> Clamp Saddle Material Besi Cor Tuang
1.	Waktu Proses pembuatan*	+ - 45 Hari	+ - 3 Hari
2.	Material**	Tekstur yang halus dan tahan banting akan tetapi memiliki massa yang berat	Memiliki tingkat kekuatan yang baik daripada kayu jati maupun mahoni sebagai penggunaan jangka panjang dalam matres industry pengecoran logam
3.	Desain*	Desain pada <i>part</i> lubang drat yang gemuk serta identitas yang tidak terlalu jelas.	Memiliki desain pada <i>part</i> lubang drat yang ramping serta identitas yang jelas apabila dilihat serta modular pada setiap <i>part</i> nya.
4.	Dimensi**	Tingkat kepresisian dengan toleransi 5mm pada setiap lekukan.	Memiliki tingkat kepresisian dengan toleransi 2mm pada setiap lekukan
5.	Fungsi***	Apabila terkena air tidak akan memberikan kelapukan dan daya	Apabila terkena air tidak akan memberikan kelapukan dan daya tahan dari <i>pattern</i>

No.	Kriteria	<i>Pattern</i> Clamp Saddle Material Alumunium	<i>Pattern</i> Clamp Saddle Material Besi Cor Tuang
		tahan lebih baik dibandingkan material kayu	lebih baik jika <u>dibandingkan material kayu</u>

Sumber: * Wawancara, ** (Rasid dan Asrafi, 2013), *** (Sujana dkk, 2020).

Tabel 3. Bagian Referensi Terpilih Untuk Desain 1

No.	Kriteria	Desain 1 <i>Pattern</i> Clamp Saddle
1.	Material	Besi Cor Tuang
2.	Desain	Memiliki desain pada <i>part</i> lubang drat serta identitas yang berjumlah 3 pasang
3.	Dimensi	Memiliki ketebalan papan 10mm
4.	Fungsi	Daya tahan dari <i>pattern</i> menggunakan besi cor tuang untuk jangka panjang lebih baik apabila dibandingkan kayu.

Pada desain pertama didapatkan desain yang memiliki papan dengan ujung tajam serta dengan ketebalan 10mm.

Tabel 4. Bagian Referensi Terpilih Untuk Desain 2

No.	Kriteria	Desain 2 <i>Pattern</i> Clamp Saddle
1.	Material	Besi Cor Tuang
2.	Desain	Memiliki desain pada <i>part</i> lubang drat serta identitas yang berjumlah 3 pasang serta memiliki sudut-sudut yang agak tumpul
3.	Dimensi	Memiliki ketebalan papan 10mm
4.	Fungsi	Daya tahan dari <i>pattern</i> menggunakan besi cor tuang untuk jangka panjang lebih baik apabila dibandingkan kayu.

Pada desain kedua didapatkan desain yang memiliki papan dengan ujung tumpul serta dengan ketebalan 10mm.

Tabel 5. Bagian Referensi Terpilih Untuk Desain 3

No.	Kriteria	Desain 3 <i>Pattern</i> Clamp Saddle
1.	Material	Besi Cor Tuang
2.	Desain	Memiliki desain pada <i>part</i> lubang drat serta identitas yang berjumlah 3 pasang serta memiliki sudut-sudut yang agak tumpul
3.	Dimensi	Memiliki ketebalan papan 15mm
4.	Fungsi	Daya tahan dari <i>pattern</i> menggunakan besi cor tuang untuk jangka panjang apabila dibandingkan dengan kayu

Pada desain ketiga didapatkan desain yang memiliki papan dengan ujung tumpul serta dengan ketebalan 15mm. Hasil pemilihan jenis *pattern* clamp saddle didapatkan jenis desain 3.

3.4.4 Pembuatan Desain Produk Baru

Dalam uji *vonmises* pada solidworks peneliti mengasumsikan bahwa saat menggunakan *pattern* clamp saddle mendapatkan tekanan sebesar 10 kgf/ cm² pada papan yang sudah *assembly*. Material yang digunakan pada simulasi *force* menggunakan material besi cor tuang. Didapatkan nilai dari pengujian tersebut hasil tegangan *vonmises* maksimal pada *pattern* clamp saddle sebesar 107300000000 N/m². Sedangkan tegangan *vonmises* minimum sebesar 162600000 N/m². Nilai *yield strength* dari material *pattern* clamp saddle tersebut adalah 551485000 N/m² dan nilai dari *safety factor* adalah 0.0051.

Persiapan material pada pembuatan *pattern* clamp saddle disesuaikan dengan dimensi ukuran mulai dari Panjang, lebar, dan tingginya.

Tabel 6. Tahapan Persiapan Material Pembuatan *Pattern* Clamp Saddle

Proses	Kegiatan
1	Pembuatan cetakan material custom untuk papan dan <i>part</i> lubang drat dan identitas serta pengecoran dengan besi cor tuang.
2	Bahan baku diukur dan diratakan menggunakan mesin bubut pemakanan 1mm dan alat potong geraji mesin
3	Perataan material yang digunakan untuk papan mencapai ketebalan 17mm dan untuk <i>part</i> lubang drat serta identitas hanya dilakukan pemotongan dengan memotong tengah-tengahnya
4	Ukuran material untuk papan yaitu 455mm x 320mm dan <i>part</i> lubang drat dan identitas yaitu 220mm x 150mm x 65mm

Terdapat beberapa langkah dalam proses permesinan *part* lubang drat, identitas, serta papan yang menjelaskan mengenai parameter yang digunakan.

Tabel 7. Parameter *Part* Lubang Drat

Langkah	Mill Toolpath	Tool (mm)	Feed Rate	Plunge Rate	Spindle Speed	Retract Rate	Actual Time (Menit)
1	Contour	12.0	1000.0	100.0	4500.0	10000.0	20.2
2	Surface Rough Pocket	12.0	1200.0	100.0	4500.0	10000.0	480.0
3	Surface Rough Parallel	8.0	1000.0	100.0	3500.0	10000.0	64.5
4	Surface Finish Parallel	6.0	1200.0	400.0	4500.0	10000.0	243.0

Langkah	Mill Toolpath	Tool (mm)	Feed Rate	Plunge Rate	Spindle Speed	Retract Rate	Actual Time (Menit)
5	Surface Finish Paralel	3.0	600.0	400.0	4500.0	10000.0	320.0
6	Surface Rough Pocket	12.0	800.0	333.0	4500.0	10000.0	297.0
7	Surface Finish Paralel	6.0	1200.0	333.0	4500.0	10000.0	123.0

Tabel 8. Parameter *Part* Identitas

Langkah	Mill Toolpath	Tool (mm)	Feed Rate	Plunge Rate	Spindle Speed	Retract Rate	Actual Time (Menit)
1	Contour	12.0	1000.0	100.0	4500.0	10000.0	20.2
2	Surface Rough Paralel	12.0	1200.0	300.0	4500.0	10000.0	63.0
3	Surface Finish Paralel	6.0	1200.0	400.0	4500.0	10000.0	278.0
4	Surface Finish Paralel	3.0	600.0	400.0	4500.0	10000.0	360.0
5	Surface Rough Pocket	12.0	800.0	333.0	4500.0	10000.0	297.0
6	Surface Finish Paralel	6.0	1200.0	333.0	4500.0	10000.0	123.0

Tabel 9. Parameter Papan

Langkah	Mill Toolpath	Tool (mm)	Feed Rate	Plunge Rate	Spindle Speed	Retract Rate	Actual Time (Menit)
1	Contour	6.0	800.0	300.0	4500.0	10000.0	15.5
2	Pocket	6.0	800.0	300.0	4500.0	10000.0	45.2
3	Pocket	6.0	800.0	300.0	4500.0	10000.0	45.2

Pada hasil permesinan *part* lubang drat, identitas, serta papan masing-masing memiliki total waktu 1547.7, 1141.2 dan 105.9 menit dimana proses tersebut telah melalui beberapa tahap sesuai tabel 7, 8 dan 9.

Pada proses pengamplasan dilakukan pengamplasan pada bagian *part* lubang drat dan identitas. Pemberian dempul dilakukan pada bagian part lubang drat bagian atas serta samping karena terdapat bagian yang terpotong oleh mesin cnc. Proses

terakhir yaitu melakukan pemberian *coating* dengan memberikan cat pada *pattern* clamp saddle.

3.5 Tahap Analisis Produk

3.5.1 Analisis Pertimbangan Material

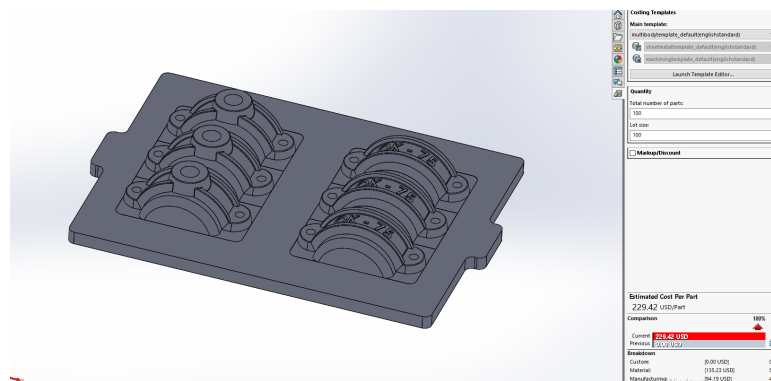
Tabel 10. Analisis Perbandingan Karakteristik Material

No.	Material	Ukuran (mm)	Kekerasan Material (Kg/m ³)	Harga
1	Dural	450 x 320 x 20	2810	Rp 2.000.000,-
2	Besi Cor Tuang		7100	Rp 990.000,-

Sumber: Solidwork 2017

Jenis besi cor tuang cocok digunakan dalam pembuatan *pattern* clamp saddle dimana memiliki harga yang tidak terlalu mahal, serta tingkat keuletan material yang masih pada batas memudahkan dalam pembuatan menggunakan mesin cnc.

3.5.2 Analisis *Costing* Solidwork

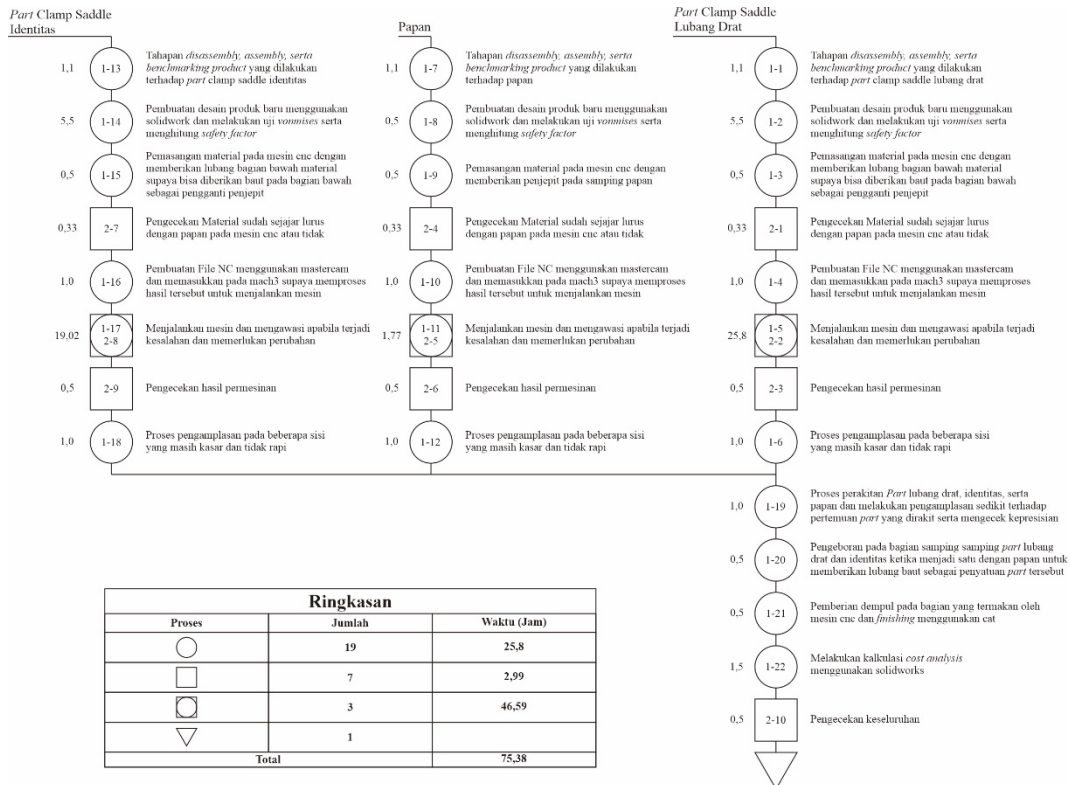


Gambar 1. *Cost Analysis* Solidwork *Pattern* Clamp Saddle

Hasil dari *cost analysis* menggunakan solidwork pada *pattern* clamp saddle tersebut yaitu menghabiskan total 229.42 USD/ *Pattern* dengan rincian membutuhkan biaya material sebesar 135.23 USD serta biaya manufaktur 94.19 USD.

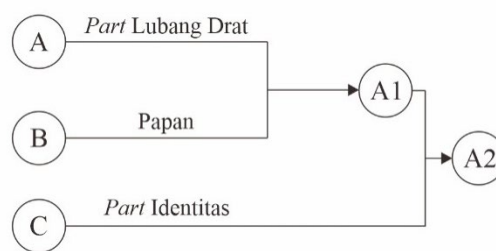
3.5.3 *Operation Process Chart* dan *Assembly Process Chart*

Dalam pembuatan terdapat langkah dimulai dari *metode reverse engineering*.



Gambar 2. Operation Process Chart Pattern Clamp Saddle

Pada peta operasi dalam pembuatan *pattern clamp saddle* memiliki 21 jumlah proses operasi, 7 jumlah inspeksi, 3 jumlah proses operasi inspeksi, dan 1 jumlah proses menyimpan. Total waktu yang didapatkan dari proses operasi adalah 25.8 jam, proses inspeksi 2.99 jam, serta proses operasi inspeksi 46.59 jam.



Gambar 3. Assembly Process Chart Pattern Clamp Saddle

3.5.4 Analisis *Pattern* Terdahulu dengan *Pattern* Terbaru

Tabel 11. Rekapitulasi Penilaian *Pattern* Clamp Saddle

Aspek	No.	Indikator	Interval Kriteria	Kriteria
Material	1	Material produk sesuai dengan penggunaan percetakan saat produksi	4	Setuju
	2	Material produk memiliki massa yang lebih ringan	3	Kurang Setuju
	3	Memiliki tingkat kehalusan yang lebih baik pada <i>pattern</i>	5	Sangat Setuju
Desain	1	Memiliki desain yang lebih ramping pada papan	5	Sangat Setuju
	2	Memiliki desain yang lebih ramping pada <i>part</i> lubang drat	4	Setuju
	3	Memiliki desain yang lebih ramping pada <i>part</i> identitas	4	Setuju
	4	Memiliki desain tulisan pada <i>part</i> identitas yang lebih jelas	5	Sangat Setuju
	5	Memiliki sudut yang tidak tajam	5	Sangat Setuju
	6	Memiliki desain modular yang berfingsi sebagai pengganti <i>part</i> apabila rusak	4	Setuju
Dimensi	1	Memiliki dimensi yang lebih kecil pada <i>part</i> papan	5	Sangat Setuju
	2	Memiliki dimensi <i>part</i> clamp saddle yang masih sesuai dengan fungsi produk	4	Setuju
Fungsi	1	Memiliki daya tahan yang lebih baik apabila digunakan dalam jangka waktu yang Panjang	4	Setuju
	2	Massa yang lebih ringan memberikan kemudahan dalam penggunaan berkali-kali	3	Kurang setuju
	3	Mengurangi resiko cedera ringan pada saat penggunaan	5	Sangat Setuju
Rata – Rata			4,28	Sangat Baik

Saran yang diberikan oleh kepala bagian produksi sebagai responden kuesioner penilaian yaitu perbaikan pada papan yang sudah cenderung ringan akan tetapi apabila bisa diberikan massa lebih ringan akan lebih baik jika digunakan serta

memberikan tempat untuk satu atau lebih pasang dari clamp saddle supaya dalam proses percetakannya lebih produktif menghasilkan banyak barang jadinya

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Perancangan produk *pattern* menggunakan mesin *cnc router* menggunakan metode *reverse engineering* dengan melakukan identifikasi masalah, studi literatur, persiapan, perancangan dan pengembangan produk serta analisis produk.
2. Produk *pattern* clamp saddle dilakukan penilaian menggunakan kuesioner yang diisi kepala bagian produksi dengan hasil sangat baik bahwa *pattern* clamp saddle dapat digunakan pada proses produksi perusahaan.
3. Diberikan saran oleh kepala bagian produk yaitu perbaikan pada papan yang sudah cenderung ringan akan tetapi apabila bisa diberikan massa lebih ringan akan lebih baik.
4. Penelitian ini menghasilkan *pattern* clamp saddle dengan *safety factor* sebesar 0.0051 yang apabila nilainya lebih besar akan lebih baik serta nilai total *cost analysis* 229.42 USD/ *Pattern*.
5. Pemberian desain yang ramping serta sudut yang tumpul pada setiap *part* nya memberikan tingkat keamanan yang lebih baik daripada *pattern* clamp saddle terdahulu.
6. Dalam pembuatan *pattern* clamp saddle diperlukan mata pahat pada proses permesinan menggunakan mesin *cnc*. Mata pahat yang digunakan yaitu ukuran *endmill flat* 12mm, *endmill flat* 8mm, *endmill ballnose* 6mm, dan *endmill ballnose* 3mm.
7. Waktu proses pembuatan *pattern* clamp saddle model baru yang lebih baik yaitu 75,38 jam apabila dibandingkan dengan *pattern* clamp saddle model lama yang menghabiskan waktu hingga +/- 45 hari.

4.2 Saran

1. Memberikan alat ukur yang lebih teliti daripada penggaris disaat melakukan penaruhan benda kerja pada mesin *cnc* supaya tidak terjadi kesalahan dalam memberikan koordinat X0, Y0, dan Z0.

2. Menggunakan RPM yang lebih tinggi pada mesin apabila mesin yang digunakan mampu supaya memberikan hasil *pattern clamp saddle* yang lebih halus pada setiap sudut maupun sisinya.
3. Melakukan usaha pengerjaan *part* dengan satu kali jalan supaya tidak memiliki kesulitan pada saat melakukan penaruhan koordinat X0, Y0, dan Z0 yang sesuai dikemudian hari.
4. Memberikan garis bantu pada material yang akan dipotong supaya mudah dalam melakukan pengawasan pada mesin yang mengoperasikan terhadap benda kerja.
5. Membuat G-Code khusus untuk melakukan *pocketing* pada seluruh partnya supaya menghindari pemakanan yang terlalu dalam dari mesin terhadap benda kerja yang bisa menghindari ataupun meminimalisir patahnya *endmill*.
6. Menggunakan material dengan toleransi dimensi yang lebih besar sehingga tidak perlu terlalu mengkhawatirkan apabila benda kerja terpotong melebihi batas tertentu.
7. Membuat desain yang lebih ramping lagi supaya meminimalisir massa pada *pattern clamp saddle*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, D., Debora, Fransisca dan Purba, H. H. (2018). Increased Productivity of Injection Molding with Analysis of Overall Equipment Effectiveness (OEE). *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*. Vol. 1 No. 12.
- Fahlevi, M. R., Syafri, & Susilawati, A. (2017). Perencanaan CAD CAM Mesin CNC Milling Router 3 Axis Dengan Perangkat Lunak Mastercam. *JOM FTEKNIK*. Vol. 4 No. 2.
- Firmansyah, A. (2019). *Pemasaran Produk dan Merek*. Surabaya: Qiara Media.
- Fitriadi, R., & Wibowo, G. F. (2016). Perancancangan Ulang PTI I Menggunakan Reverse Engineering. *Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)*. Vol. 4. Hal. 65–70.
- Gabahne, Mr. Lalit. Gupta, Dr. Mahendra M. dan Zanwar, Mr. D. R. (2014). Overall Equipment Effectiveness Improvement: A Case of injection molding machine. *The International Journal Of Engineering And Science*. Vol. 3 No. 8.
- Helmi, T., Munjin, A., & Purnamasari, I. (2016). Kualitas Pelayanan Publik dalam Pembuatan Izin Trayek oleh DLLAJ Kabupaten Bogor. *Jurnal Governansi*. Vol. 2 No. 1. Hal. 47-59.
- Indriani, F. (2009). Studi Mengenai Orientasi Inovasi Pengembangan Produk Dan Efektifitas Promosi Sebagai Sebuah Strategi Untuk Meningkatkan Kinerja Produk. *Jurnal Studi Manajemen & Organisasi*. Vol. 6 No. 1. Hal. 55-70.

- Irawan, D., & Japariato, E. (2013). Analisa Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Loyalitas Melalui Kepuasan Sebagai Variabel Intervening Pada Pelanggan Restoran Por Kee Surabaya. *Jurnal Manajemen Pemasaran*. Vol. 1 No.2. Hal. 1-8.
- Mardiana, Rasid, M., Medi, A. (2012). Analisis Pengaruh Proses Heat Treatment paska Pengelasan Terhadap Ketahanan Korosi Besi Tuang Kelabu Kaji. *Jurnal Austenit*. Vol. 4 No. 2. Hal. 17-20.
- More, A. S. Ugale, S. K. dan Unawane, D. B. (2016). Overall Equipment Effectiveness. *International Journal of Advance Research in Science and Engineering*. Vol. 5 No. 5.
- Ningsih, D. H. U. (2005). Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur (CAD/CAM). *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*. Vol. X No. 3.
- Patil, M. S. dan Prasad, Mr. P. (2019). Improvement of Overall Equipment Effectiveness of Valve Stem Seal Finishing Machine. *International Research Journal of Engineering and Technology*. Vol. 6 No. 8.
- Prianto, E., & Pramono, H. S. (2017). Proses Permesinan CNC Dalam Pembelajaran Simulasi CNC. *Jurnal Edukasi Elektro*. Vol. 1 No. 1.
- Rasid, M., & Asrafi, M. (2013). Analisis Pengaruh Proses Heat Treatmentpaska Pengelasan Terhadap Sifat Mekanis Pada Besi Tuang Kelabu. *Jurnal Austenit*. Vol. 4 No. 1. Hal. 51-54.
- Rif'ah, M. I., & Wibisono, M. A. (2016). Pengembangan Computer Aided Design (CAD) Warna Batik. *Forum Teknik*. Vol. 37 No. 1.
- Saputro, R. E., Yaningsih, I., & Sukanto, H. (2016). Studi Implementasi CAD/CAM Pada Proses Milling CNC Terhadap Kekasaran Permukaan Dan Tingkat Kepresisian Aluminium 6061. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*. Vol. 11 No. 1.
- Setyoadi, Y., & Latifah, K. (2015). Integrasi Software CAD-CAM dalam Sistem Operasi Mesin Bubut CNC. *Jurnal Informatika UPGRIS*. Vol. 1 No. 2.
- Shinta, A. (2011). *Manajemen Pemasaran*. Malang: UB Press.
- Sholikin, & Bintoro, C. (2016). Penerapan Reverse Engineering pada Analisa Tegangan Bracket Engine Mounting. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*. Vol. 1 No. 1. Hal. 23-30.
- Singh, N. (2012). Reverse Engineering-a General Review. *International Journal of Advanced Engineering Research and Studies*. Vol. 2 No.1. Hal. 24-28.
- Soleh, A. A. (2018). Teknik Pemesinan CNC GSK 928 TE. _ : Ali Ahmadi Soleh
- Suharto, Suryanto, Sarana. (2016). Pengembangan Rancang Bangun Canting Batik Cap Berkualitas Biaya Murah. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*. Vol. 1. Hal. 344-352
- Suharto. Purbono, Kunto. Supriyadi, Ahmad. Karnowahadi. (2018). Grafir Batu Alam Dengan Mesin Cnc Router Untuk Meningkatkan Ragam Produk Kreatif Indonesia. *Jurnal Simetrik*. Vol. 8 No. 2.
- Sujana, W., Widi, K. A., Rahardjo, T., Darmaputra, S. (2020). Studi Nitridisasi Besi Tuang Kelabupada Temperatur 650 0C (1,2,3 Jam). *Jurnal Flywheel*. Vol. 11 No. 1. Hal. 23-26.
- Sukarno, R., Sugita, I. W., & Syaefudin, E. A. (2014). Pelatihan Dasar-Dasar CAD/CAM/CAE dan Software Autocad Untuk Guru-Guru SMK Bidang Keahlian Teknik Mesin Di Wilayah Kabupaten Bekasi. *Jurnal Sarwahita*. Vol. 11 No. 2.

- Suwandi, A. Hermanto, A. Zariatn, D.I. Sulaksono, B. Prayogi, E. (2019). Proses Manufaktur Dan Estimasi Biaya Produksi Untuk Produk Kelos. *Jurnal Teknologi*. Vol. 11 No. 2.
- Suyitno. Salim, Urip Agus. Mahardika, Muslim. (2016). Aplikasi Cetakan Permanen untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas Produk IKM Pengecoran Logam Kuningan di Ngawen, Sidokarto, Godean, Yogyakarta. *Indonesian Journal of Community Engagement*. Vol. 2 No. 1.
- Wibowo, D. B. (2006). Memahami Reverse Engineering Melalui Pembongkaran Produk Di Program S-1 Teknik Mesin. *Traksi*. Vol. 4 No. 1. Hal. 20-31.
- Wijarnaka, B. S. (2012). *CADCAM untuk Mesin Bubut dan Frais CNC Menggunakan Mastercam 9 dan X3*. Yogyakarta: Deepublish.
- Wijaya, Dede Dani. Budiman, Haris. Nasim. (2019). Analisa Proses Pengecoran Fcd 450 Dengan Metode Cetakan Pasir Kering (Dry-Sand Molds) Pada Produk Sprocket. *IRWANS*. Vol. 10 No. 1